

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-116441

(43)Date of publication of application : 06.05.1998

(51)Int.Cl.

G11B 7/24

G11B 7/24

G11B 7/09

(21)Application number : 09-122530

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH
CORP <IBM>

(22)Date of filing : 13.05.1997

(72)Inventor : ROSEN HAL JERVIS
RUBIN KURT ALLAN
TANG WADE WAI-CHUNG

(30)Priority

Priority number : 96 654408

Priority date : 28.05.1996

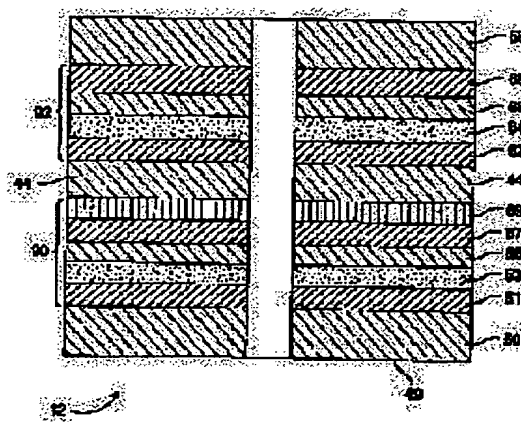
Priority country : US

(54) OPTICAL DISK, AND OPTICAL DATA MEMORY SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical data memory system which uses an optical medium having plural recording layers.

SOLUTION: The substrate supports recording stacks 90, 92 of plural layers which are spatially separated, and the stacks contain recording layers 53, 64 comprising reversible or rewritable phase transition material in an active state. The recording stack 90 nearest to the substrate where laser light irradiates the surface 49 contains a reverse-writing type reversible phase transition material, namely a phase transition material which having an amorphous initiating phase in which recording is done by heating with a laser beam to change the data region into a crystalline phase. The first recording layer 53 is in contact with dielectric layers 51, 55. These dielectric layers have a higher refractive index than that of the adjacent recording layer and act as optical interference thin film so that these layers give an optical interference effect to enhance the light in the recording stack. These optical interference thin films do not absorb light so that the laser light can be focused on the recording layer in the recording stack 92.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.09.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.12.2000

[Kind of final disposal of application other than

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-116441

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

| | | | |
|---------------------------|-------|--------------|---------|
| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | F I | |
| G 1 1 B 7/24 | 5 2 2 | G 1 1 B 7/24 | 5 2 2 H |
| | | | 5 2 2 P |
| | 5 3 5 | | 5 3 5 C |
| 7/09 | | 7/09 | B |

審査請求 未請求 請求項の数36 OL (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平9-122530

(22) 出願日 平成9年(1997) 5月13日

(31) 優先権主張番号 08/654408

(32) 優先日 1996年5月28日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 ハル・ジャービス・ローゼン

アメリカ合衆国95032 カリフォルニア州ロス・ガトス バイン・アベニュー17131

(74) 代理人 弁理士 坂口 博 (外1名)

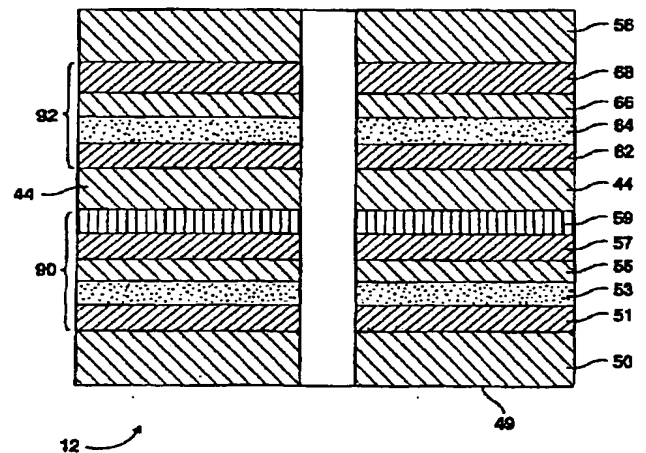
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ディスク及び光データ記憶システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 複数の記録層を有する光媒体を使用する光データ記憶システムを提供する。

【解決手段】 基板は、2つの空間的に分離された複数層記録スタック90、92を支持し、可逆または再書き込み可能な相変化材料の活動状態の記録層53、64が含まれる。レーザ光が入射する49基板の最も近くに置かれる記録スタック90には、逆書き込みタイプの可逆相変化材料、すなわち、アモルファス開始相を有し、データ領域を結晶相に変換するレーザ加熱によって記録される相変化材料が含まれる。この第1記録層53には、誘電体層51、55が接触しており、この誘電体層は、隣接する記録層に対して高い屈折率を有し、光学干渉薄膜として働いて、記録スタック内に強めあう光学干渉効果をもたらす。この光学干渉薄膜は、非吸収性でもあり、レーザ光は記録スタック92内の記録層に焦点を合わせることができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】所定の波長のレーザ光を生成するためのレーザ光源と、

(a)レーザ光が入射する媒体外面を形成する第1表面を有し、光に対して透過性の第1部材と、(b)アモルファス開始相を有し、部材によって媒体外面から離隔される、可逆相変化材料の第1記録層と、(c)第1記録層と接触し、光に対して透過性であり、第1記録層の屈折率と大きく異なる屈折率を有し、光の強めあう干渉をもたらすのに十分な厚さを有し、第1記録層と接触して光透過性である、光学干渉薄膜と、(d)第1記録層から離隔された可逆相変化材料の第2記録層とを含む光学媒体と、

レーザ光源と部材の前記第1表面との間に配置された、レーザ光をスポットに集光するためのレンズと、集光スポットを一方の記録層から他方の記録層に移動できるようにし、これによって、第2記録層の材料の相を変化させるためにスポットが第2記録層に集光される時に、レーザ光が第1記録層及びこれに接触する光学干渉薄膜を通過するようにする、レンズを媒体に対して相対的に移動させるためにレンズに接続された手段とを含む、光データ記憶システム。

【請求項2】光データ記憶システムが、光ディスク駆動システムであり、光媒体が光ディスクであり、レーザ光が入射する第1部材が基板であることを特徴とする、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】第2記録層が、アモルファス開始相を有することを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項4】光ディスクがさらに、光に対して透過性であり、第1記録層と第2記録層との間に配置され、スペーサ層の厚さだけこれらを離す、前記スペーサ層を含むことを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項5】第2記録層が、スペーサ層の上に形成されることを特徴とする、請求項3に記載のディスク駆動システム。

【請求項6】さらに、第2記録層の上に形成され、これに接触する、光反射性の金属薄膜を含む、請求項3に記載のディスク駆動システム。

【請求項7】光ディスクがさらに、第2基板を含み、第2記録層が、第2基板上に形成され、第1基板と第2基板とが、エア・ギャップによって離隔されることを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項8】さらに、第1記録層の加熱中に基板を保護するためにディスク外面と反対の基板の表面に形成される誘電体層を含み、第1記録層が、基板上の誘電体層の上に形成され、これと接触し、光学干渉薄膜が、第1記録層の上に形成され、これと接触し、光学干渉薄膜が、基板上に形成される誘電体薄膜より高い熱伝導率を有す

2

ることを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項9】さらに、第1光学干渉薄膜の上に形成され、これと接触する第2光学干渉薄膜を含む、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項10】光ディスクの第1記録層の可逆相変化材料が、 $\text{Ge}_x\text{Te}_y\text{Sb}_z$ の形の組成を有する合金であり、 $10 < x < 15$ 、 $45 < y < 55$ 、 $38 < z < 48$ かつ $x + y + z = 100\%$ であることを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項11】光ディスクの第2記録層の相変化材料が、 GeTe 、 SnTe 、 PbTe 、 SbSe 、 Sb_2Se_3 、 $\text{Sb}_{(1-x)}\text{Se}$ ($0 < x < 0.4$)、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 BiTe 、 Bi_2Te_3 、 Sb_2Te_3 、 SbTe 、 Sb_2Te_3 、 TeSi 、 Ag_2Se 、 AgSe_2 、 Ag_2Te 、 Ag_3Te_2 、 AgTe_2 、 Au_2Se_3 、 AuTe_2 、 GaSb 及び GeSe からなるグループから選択された1つまたは複数の材料を含むことを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項12】光ディスクの第2記録層の相変化材料が、基本的に、 GeSb_2Te_4 、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 GeSb_4Te_7 、 In_3SbTe_2 及び $(\text{InSb})_{1-x}(\text{GaSb})_x$ ($0.5 < x \leq 1$) からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項13】光ディスクの光学干渉薄膜が、 Si の酸化物、 Si の窒化物、 Si の炭化物、アモルファス Si 及びインジウム-すず酸化物からなるグループから選択された材料であることを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項14】光ディスクの光学干渉薄膜が、 Al 、 Ti 、 Zr 、 Cu 、 Hf 、 Ta 、 Nb 、 Cr 及び W からなるグループから選択された元素の酸化物または窒化物を含むことを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項15】光ディスクの光学干渉薄膜が、 S 、 Se 及び Te からなるグループから選択された1つまたは複数の元素と混合された Zn または Cr を含むことを特徴とする、請求項2に記載のディスク駆動システム。

【請求項16】(a)入射レーザ光を受けるための外面を形成する第1表面と、前記第1表面と対向する第2表面とを有する、光透過性の第1基板と、(b)第1基板の第2表面上に形成され、第1基板の厚さだけ基板外面から離された、逆書込タイプの可逆相変化材料の第1記録層と、(c)第1記録層と接触し、光に対して透過的であり、第1記録層の屈折率と大きく異なる屈折率を有し、光の強めあう干渉をもたらすのに十分な厚さを有し、第1記録層と接触して光透過的である、光学干渉薄膜と、(d)第1記録層から離隔された可逆相変化材料

3

の第2記録層とを含む、光データ記録媒体。

【請求項17】光媒体が光ディスクであることを特徴とする、請求項16に記載の光媒体。

【請求項18】さらに、光に対して透過性であり、第1記録層と第2記録層との間に配置され、スペーサ層の厚さだけこれらを離す、前記スペーサ層を含む、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項19】第2記録層が、スペーサ層の上に形成されることを特徴とする、請求項18に記載の光ディスク。

【請求項20】さらに、第2基板を含み、第2記録層が、第2基板上に形成され、第1基板と第2基板とが、エア・ギャップによって隔離されることを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項21】さらに、第1記録層の加熱中に基板を保護するためにディスク外面と反対の基板の表面に形成される誘電体層を含み、第1記録層が、基板上の誘電体層の上に形成され、これと接触し、光学干渉薄膜が、第1記録層の上に形成され、これと接触し、光学干渉薄膜が、基板上に形成される誘電体層より高い熱伝導率を有することを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項22】さらに、第1光学干渉薄膜の上に形成され、これと接触する第2光学干渉薄膜を含む、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項23】第1層の可逆相変化材料が、 $\text{Ge}_x\text{Te}_y\text{Sb}_z$ の形の組成を有する合金であり、 $10 < x < 15$ 、 $45 < y < 55$ 、 $38 < z < 48$ かつ $x + y + z = 100\%$ であることを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項24】第2記録層の相変化材料が、 GeTe 、 SnTe 、 PbTe 、 SbSe 、 Sb_2Se_3 、 $\text{Sb}_{(1-x)}\text{Se}$ ($0 < x < 0.4$)、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 BiTe 、 Bi_2Te_3 、 Sb_2Te_3 、 SbTe 、 Sb_2Te_3 、 TeSi 、 Ag_2Se 、 AgSe_2 、 Ag_2Te 、 Ag_3Te_2 、 AgTe_2 、 Au_2Se_3 、 AuTe_2 、 GaSb 及び GeSe からなるグループから選択された1つまたは複数の材料を含むことを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項25】第2記録層の相変化材料が、基本的に、 GeSb_2Te_4 、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 GeSb_4Te_7 、 In_3SbTe_2 及び $(\text{InSb})_{1-x}(\text{GaSb})_x$ ($0.5 < x \leq 1$) からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項26】光ディスクの光学干渉薄膜が、 Si の酸化物、 Si の窒化物、 Si の炭化物、アモルファス Si 及びインジウム-すず酸化物からなるグループから選択された材料であることを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

4

【請求項27】光学干渉薄膜が、 Al 、 Ti 、 Zr 、 Cu 、 Hf 、 Ta 、 Nb 、 Cr 及び W からなるグループから選択された元素の酸化物または窒化物を含むことを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項28】光学干渉薄膜が、 S 、 Se 及び Te からなるグループから選択された1つまたは複数の元素と混合された Zn または Cr を含むことを特徴とする、請求項17に記載の光ディスク。

【請求項29】(a)入射レーザ光を受けるための外面を形成する第1表面と、前記第1表面と対向する第2表面とを有する光透過性の第1ディスク基板と、(b)基板の第2表面上に形成された第1誘電体層と、第1誘電体層の上に形成された、アモルファス開始相を有する可逆相変化材料の第1記録層と、第1記録層の上に形成され、第1誘電体層より高い熱伝導率を有する第2誘電体層と、第1記録層との強めあう光学干渉をもたらすための、第2誘電体層の上に形成された第3誘電体層とを含む、基板の第2表面上に形成された光透過性の第1記録スタックと、(c)第1記録スタック上の光透過性のスペーサ層と、(d)スペーサ層の上の第4誘電体層と、第4誘電体層の上の可逆相変化材料の第2記録層と、第2記録層の上の第5誘電体層とを含む、スペーサ層の上の第2記録スタックとを含む、複数データ層光記録ディスク。

【請求項30】第2記録層が、開始相としてアモルファス相を有することを特徴とする、請求項29に記載の光ディスク。

【請求項31】第1記録層及び第2記録層の可逆相変化材料が、 Ge 、 Te 及び Sb を含む合金であることを特徴とする、請求項29に記載の光ディスク。

【請求項32】第2記録層の相変化材料が、 GeTe 、 SnTe 、 PbTe 、 SbSe 、 Sb_2Se_3 、 $\text{Sb}_{(1-x)}\text{Se}$ ($0 < x < 0.4$)、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 BiTe 、 Bi_2Te_3 、 Sb_2Te_3 、 SbTe 、 Sb_2Te_3 、 TeSi 、 Ag_2Se 、 AgSe_2 、 Ag_2Te 、 Ag_3Te_2 、 AgTe_2 、 Au_2Se_3 、 AuTe_2 、 GaSb 及び GeSe からなるグループから選択された1つまたは複数の材料を含むことを特徴とする、請求項29に記載の光ディスク。

【請求項33】第2記録層の相変化材料が、基本的に、 GeSb_2Te_4 、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 GeSb_4Te_7 、 In_3SbTe_2 及び $(\text{InSb})_{1-x}(\text{GaSb})_x$ ($0.5 < x \leq 1$) からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする、請求項29に記載の光ディスク。

【請求項34】第2誘電体層が、 Si の酸化物、 Si の窒化物または Si の炭化物を含むことを特徴とする、請求項29に記載の光ディスク。

【請求項35】第2誘電体層が、 Al 、 Ti 、 Zr 、 Cu 、 Hf 、 Ta 、 Nb 、 Cr 及び W からなるグループか

5

ら選択された元素の酸化物または窒化物を含むことを特徴とする、請求項 2 9 に記載の光ディスク。

【請求項 3 6】第 2 誘電体層が、S、Se 及び Te からなるグループから選択された 1 つまたは複数の元素と混合された Zn または Cr を含むことを特徴とする、請求項 2 9 に記載の光ディスク。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、全般的には光データ記憶システムに関し、具体的には、複数の記録層を有する光媒体を使用する光データ記憶システムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】光ディスク駆動装置などの光データ記憶システムを用いると、光媒体に大量のデータを記憶できるようになる。データは、媒体の記録層にレーザ・ビームを集光し、反射された光ビームを検出することによってアクセスされる。

【0 0 0 3】追記型 (WORM) システムでは、レーザを用いて記録層に永久的なマークを作ることによってデータを書き込む。一度データを媒体に記録すると、そのデータは消去できなくなる。その 1 例が、記録材料として相変化合金を使用し、相変化媒体を第 1 の構造相から第 2 の構造相に局所的に変換することによってデータを記録するレーザ・ビームを使用する相変化追記型システムである。追記機能が達成されるのは、第 2 の構造相が簡単には第 1 の構造相へ変換できず、これによって永久的に記録されたデータ・ビットがもたらされるように媒体が設計されているからである。

【0 0 0 4】対照的に、可逆または再書込可能な相変化システムでは、2 つの安定した相を有する媒体が使用される。データ・ビットは、小さな局所区域を 1 つの安定した相に変換することによって媒体に記憶される。データ・ビットは、書き込まれた区域を開始相に戻すことによって消去できる。開始相は、通常は結晶相であり、レーザ・ビームは、データ層の材料を安定したアモルファス相に局所的に変換することによってデータを書き込む。こうなるのは、結晶領域がその融点を越える温度まで加熱された後にすばやく冷却され、無秩序な構造がその位置に固定され、アモルファス構造がもたらされる時である。このデータ・ビットは、アモルファス相を開始結晶相に変換することによって、後に消去することができる。こうなるのは、アモルファス領域がその結晶温度またはその上の温度に加熱され、維持されるか、溶融され、その後徐々に冷却され、その領域が結晶化する時である。このタイプの相変化システムのデータは、媒体上の結晶領域とアモルファス領域の間の反射率の変化として読取または検出される。

【0 0 0 5】初期状態または未書込状態がデータ層のアモルファス相であり、書込状態または記録状態が結晶相である可逆 (reversible) または再書込可能 (rewritea

6

ble: 書換可能ということもある) の相変化光記録システムも既知である。これらのタイプの光記録システムを、「逆書込 (reverse writing)」システムと称することがしばしばである。米国特許第 5 3 8 3 1 7 2 号明細書に、特定のパターンに従ってレーザのパルスが発生させることによって、書き込まれた結晶相データ層の消去が発生する逆書込システムが記載されている。パルスの具体的なパターンは、消去される書き込まれたデータの近傍にあるデータ層の未書込のアモルファス領域の結晶化を発生させないレーザ出力レベルとパルス持続時間を選択される。

【0 0 0 6】光ディスクの記憶容量を増やすために、複数記録層システムが提案された。複数の記録層を有する光ディスクは、レンズの焦点位置を変更することによって、空間的に分離された異なる記録層でアクセスできる。レーザ・ビームは、レンズに近い記録層を通過し、遠い記録層のデータを読み書きする。複数記録層ディスクでは、レーザ光が入射するディスク表面とその表面から最も遠い最後の記録層の間の中間記録層が、光透過性であることが必要である。このアプローチの例には、米国特許第 5 2 0 2 8 7 5 号明細書、米国特許第 5 0 9 7 4 6 4 号明細書及び米国特許第 4 4 5 0 5 5 3 号明細書が含まれる。IBM 社が出願中の米国特許出願第 0 8 / 4 9 7 5 1 8 号明細書に、個々の記録層が相変化追記型材料から形成される複数データ層光記録システムが記載されている。

【0 0 0 7】再書込可能相変化ディスクに複数記録層を使用する際の問題の 1 つは、従来の再書込可能構造が、単一記録層での使用のために設計され、したがって、透過率が非常に低いことである。さらに、記録層の熱放散を改善するために、従来の構造では、ヒートシンク用金属反射層を記録層に隣接して配置する必要がある。従来の再書込可能相変化構造の金属反射層は、光透過性ではなく、したがって、その向こうの記録層に書き込むことは不可能である。さらに、中間記録層に隣接する金属層を除去して、構造を光透過性にする場合、その記録層は、結晶-アモルファス相転移にクリティカルな正しい熱放散特性を失う。したがって、この記録層は、再書込可能相変化記録層として機能しなくなる。

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】入射レーザ光に近い記録層からよい信号を供給し、記録層の隣の金属ヒートシンク層を必要とせずにすべての記録層に対する適度なレーザ出力による書込と消去を可能にする、複数記録層再書込可能相変化光データ記憶システムが必要である。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】本発明は、複数記録層再書込相変化光ディスク及びディスク駆動装置に係わるものである。ディスクは、レーザ光が入射する光透過性基板を有する。基板は、少なくとも 2 つの空間的に分離さ

7

れた複数層記録スタックを支持し、各スタックには、可逆または再書込可能の相変化材料の活動状態の記録層が含まれる。ディスクは、各記録スタックが別の基板に支持され、基板がエア・ギャップによって分離されるエアギャップ構造か、中実光透過性スペーサ層によって記録スタックが分離される中実構造のいずれかである。レーザ光が入射する基板の最も近くに置かれる記録スタックには、逆書込タイプの可逆相変化材料（すなわち、アモルファス開始相を有し、データ領域を結晶相に変換するレーザ加熱によって記録される相変化材料）が含まれる。この第1記録層には、誘電体層が接触しており、この誘電体層は、隣接する記録層に対して高い屈折率を有し、光学干渉薄膜として働いて、記録スタック内に強めあう光学干渉効果をもたらす。光学干渉薄膜によって、記録スタックのコントラスト、反射率及び透過率が最適化される。この光学干渉薄膜は、非吸収性でもあり、その結果、レーザ光は、これを通過して、その向こうの記録スタック内の記録層に焦点を合わせることができる。これによって、適度なレーザ出力を用いて別の記録層に書き込むことができる。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は、符号10によって示される、本発明による光ディスク・データ記憶システムの概略図である。システム10には、複数記録層を有する光データ記憶ディスク（以下、ディスクと呼称する）12が含まれる。ディスク12は、当技術分野で既知のように、クランプ用のスピンドル14に取外し可能に取り付けられることが好ましい。スピンドル14は、スピンドル・モータ16に取り付けられ、このスピンドル・モータ16は、システム・シャシ20に取り付けられる。スピンドル・モータ16は、スピンドル14とディスク12を回転させる。

【0011】光学ヘッド22が、ディスク12の下に位置決めされる。光学ヘッド22は、アーム24に取り付けられ、アーム24は、ボイス・コイル・モータ（VCM）26などのアクチュエータ装置に接続される。ボイス・コイル・モータ26は、システム・シャシ20に取り付けられ、ディスク12の下で半径方向にアーム24と光学ヘッド22を移動する。

【0012】図2は、複数の記録層を有するディスク12の断面図である。ディスク12は、中実透明のスペーサ層44によって分離される2つの基板50及び56を有する。ディスク12は、レーザ・ビームが入射する外面49を有する。基板50は、ガラス、ポリカーボネートまたは他のポリマー材料などの光透過性材料から作ることができる。基板56は、基板50と同様の材料から作ることができ、また、光が基板56を貫通する必要がない実施態様では光透過性でない材料から作ることができる。好ましい実施例では、基板50及び56は0.6mm厚である。基板50上には、薄膜の記録スタック9

8

0が形成され、基板56上には、薄膜の記録スタック92が形成されている。記録スタック90及び92のそれぞれには、下で詳細に説明するように、再書込可能相変化材料の記録層と、少なくとも1つの透過性誘電体層が含まれる。本発明では、記録スタック90に含まれる記録層は、逆書込タイプの相変化材料である。基板50及び56は、射出成形、感光性ポリマー加工またはエンボス加工によって、それぞれ記録スタック90及び92に隣接する表面に光学トラッキング用の溝またはマークとヘッダー情報のいずれかまたは両方を形成されている。その代わりに、トラッキング用の特徴を、基板内に形成されたピットまたは記録層に記録されたマークとすることができる。好ましい実施例では、スペーサ層44が、基板50及び56と一緒に保持するためにも働く高透過性光学セメントから作られる。スペーサ層44の厚さは、10μmないし300μmであることが好ましい。

【0013】パルス幅変調（PWM）は、光ディスク上のマークとしてデータを書き込む方法の1つである。PWMでは、マークは、個々のスポット（サブマークとも称する）か、一連のオーバーラップするか連続するサブマークのいずれかとして行うことができる。PWMでは、マークの変化またはエッジの間の距離として情報を記録する。変化とは、マークの始めの縁（前端）または終りの縁（後端）のいずれかである。IBM社の米国特許第5400313号明細書に、変調器によって制御されるレーザを使用して非常にパルスの形でレーザ・ビームを放射するPWM光磁気ディスク駆動装置が記載されている。このレーザ・ビーム・パルスは、任意の所与の書込クロック期間に、複数の異なる出力レベルのいずれかで放射することができる。パルス・レーザは、出力レベルが十分に高い時に、ディスク上に実質的に同一サイズの基本的に円形のサブマークを書き込む。さまざまなPWMマーク・ランレングスが、最短ランレングスの場合には単一の分離されたサブマークとして、より長いランレングスの場合には一連の連続するかオーバーラップするサブマークとして、ディスクに記録される。

【0014】図5は、PWM光ディスク駆動装置の1実施例を示す概略図であり、ディスク12、光学ヘッド22及びレーザを制御するための手段が示されている。光学ヘッド22には、レーザ・ダイオード200が含まれ、レーザ・ダイオード200は、固定された波長の光のビーム202を作る、インジウム・アルミニウム・ガリウム・リン・ダイオード・レーザとすることができる。レーザ・ダイオード200は、少なくとも2つの出力レベル、すなわち、記録層の相変化を引き起こすのに十分な強さの第1出力レベルと、記録層のアモルファス領域及び結晶領域からの反射によってデータを読み取るための第2のより低出力の読出力レベルで動作することができる。通常、レーザ・ダイオード200は、上記の米国特許第5400313号明細書に記載のように、

マーク・エッジを正確に位置決めするために複数の異なる書込出力レベルで動作することもできる。

【0015】当技術分野で既知のように、ディスク駆動装置コントローラ（以下ではコントローラと称する）314が、駆動装置に接続され、さまざまな駆動装置機能の全体制御をもたらす。コントローラ314は、レーザ・ドライバ254と可変周波数クロック242に接続される。コントローラ314は、ディスク12に対する光学ヘッド22の半径方向位置に応じて、適当に可変周波数クロック242の刻時速度を調節する。可変周波数クロック242は、特性クロック・サイクル時間 T_c を有するタイミング信号を生成し、ディスク駆動装置内のデータ読み書きのタイミングを制御する。周波数シンセサイザとも称する可変周波数クロック242は、当技術分野で周知である。スピンドル・モータ16は、一定の角速度で回転するように制御され、ディスク12に対する光ビームの線速度は、光学ヘッド22の半径方向位置に応じて変化する。

【0016】可変周波数クロック242は、PWMエンコーダ250に接続される。PWMエンコーダ250は、ホスト・コンピュータからデジタル・データ信号を受け取り、これを所望のPWMコードに符号化する。PWMエンコーダ250は、(1、7)ランレングス・リミテッド(RLL) PWMエンコーダとすることができる。PWMエンコーダは、当技術分野で周知であり、これによってさまざまなPWMコードが実施される。当技術分野では、デジタル・データをPWMマーク及びPWMギャップに符号化するのに使用できる多数の異なる符号化方式が既知である。最も一般的なタイプの符号化方式では、ランレングス・リミテッド(RLL)コードが使用される。このRLLコードでは、ランレングスの小さい集合が使用され、これらのランレングスを異なる組合せで使用した時に、デジタル・データのすべてのパターンが符号化される。(1、7)エンコーダの例は、IBM社の米国特許第4488142号明細書に記載されている。PWMエンコーダ250は、変調器252に接続される。変調器252は、PWMコードを受け取り、レーザ・ドライバ254を介して、レーザ・ダイオード200に、適当なレーザ出力レベルでディスクのデータ層に所望のデータ・パターンを書き込ませる。

【0017】書込動作中に、PWMエンコーダ250は、可変周波数クロック242からのクロック・サイクルによってタイミングを制御されて、ホスト・コンピュータからのデジタル・データをPWM(1、7)RLL符号化デジタル・データ信号に符号化する。この符号化されたデータ信号は、変調器252に送られ、変調器252は、このデータ信号を、所望のパルス・パターンを書き込むためのレーザ・ドライバ254への命令に変換する。レーザ・ダイオード200は、レーザ・ドライバ254に応答してパルス駆動され(閾値レベルから

より高い書込レベルへ)、所望の出力レベルでパルス光ビームを供給する。

【0018】読取動作中は、コントローラ314が、レーザ・ドライバ254の出力を変更して、レーザ・ダイオード200に低出力の読取レベル・ビームを生成させる。

【0019】ビーム202は、レンズ203によって集光され、サーキュライザ204によって円形化され、ビームスプリッタ205を通る。ビーム202の一部は、ビームスプリッタ205によってレンズ206及び光学検出器207に反射される。光学検出器207は、ビーム202の出力を監視するのに使用される。ビームスプリッタ205からのビーム202は、次に、ミラー208に向かい、これによって反射される。その後、ビーム202は、集光レンズ210を通過し、記録スタック90及び92のうちの1つの回折限界スポットに集光される。集光レンズ210は、ホルダ214に取り付けられ、その位置は、ボイス・コイル・モータとすることができ、焦点アクチュエータ・モータ216によって、ディスク12に対して相対的に調節される。焦点アクチュエータ・モータ216によって集光レンズ210を移動すると、ディスク12の基板50上の記録スタック90と基板56上の記録スタック92の間で集光スポットが移動する。

【0020】金属熱放散反射層を有する通常の単一記録層再書込可能相変化構造では、記録層の開始相は結晶相であり、記録されるビットは、反射率が低いアモルファス相である。しかし、本発明のディスク12では、光源に最も近い記録層すなわち記録スタック90の開始相として、アモルファス相が選択された。記録スタック90は、アモルファス開始相を有する記録層(記録されるビットは結晶相)を有するが、記録スタック92は、結晶開始相(記録されるビットはアモルファス相)を有する記録層を有することができる。これは、記録されたビットのどの反射率レベルがそれぞれの記録スタックにあるかを駆動装置に伝えるヘッダ情報ビットがそれぞれの記録スタックに格納されるならば、実現可能である。光学ヘッドも、結晶相とアモルファス相の両方でデータ・ビットを書き込む能力を有するように、それ相応に書込パルス出力レベルを調節することができなければならない。中間の記録層に逆書込(アモルファス→結晶相)記録層を使用し、より遠くの記録層に通常の手書き(結晶→アモルファス相)を使用することによって、後で説明するように、すべての記録層で信号対雑音比を最適化された高透過性記録スタックの設計の自由度を高めることができる。

【0021】図6は、符号300によって示される、光ディスク駆動システムのコントローラ・システムのブロック図である。複数要素検出器234(図5)が、データ信号(DATA)、焦点誤差信号(FES)及びトラ

11

ッキング誤差信号 (TES) を供給する出力信号を生成する。これらの信号は、信号増幅器 236 によって増幅される。データ信号は、PWMデコーダ 311 に送られ、PWMデコーダ 311 は、デジタル出力データ (DIGITAL DATA OUT) を生成する。FES と TES は、コントローラ 314 に直接に送られる。FES ピーク検出器 310 も FES を受け取り、TES ピーク検出器 312 も TES を受け取る。コントローラ 314 は、FES ピーク検出器 310、TES ピーク検出器 312 及び光学検出器 207 から入力信号を受け取る。コントローラ 314 は、マイクロプロセッサ・ベースのディスク駆動装置コントローラである。コントローラ 314 は、変調器 252、レーザ・ドライバ 254、可変周波数クロック 242、ボイス・コイル・モータ 26、スピンドル・モータ 16 及び焦点アクチュエータ・モータ 216 にも接続され、これらを制御する。

【0022】図 3 は、システム 10 内でディスク 12 と置換できる複数記録層記録ディスクの第 1 の代替実施例 (以下ではディスクと呼称する) 112 の断面図である。ディスク 112 の要素は、図 2 のディスク 12 の要素に類似しているが、ディスク 112 は、基板 150 及び 156 の間の中実スペーサを有しない。その代わりに、エアギャップ 78 が基板 150 及び 156 を分離する。外径リム 152 と内径リム 154 が、基板 150 及び 156 の間に取り付けられる。外径リム 152 と内径リム 154 は、プラスチック材料から作られることが好ましく、約 $50\mu\text{m}$ ないし約 $300\mu\text{m}$ の厚さである。外径リム 152 と内径リム 154 は、接着剤、セメント、超音波接着、溶剤接着、または他の通常の接着処理によって、基板 150 及び 156 に取り付けることができる。その代わりに、外径リム 152 と内径リム 154 を、基板成形処理中に基板 150 及び 156 と一体化して形成することができる。定位置にある外径リム 152 と内径リム 154 は、基板 150 及び 156 の間に環状のエアギャップ 78 を形成する。スピンドル・アパーチャ 80 が、スピンドル 14 を受けるため、内径リム 154 の内側でディスク 112 を貫通する。複数の通路 82 を内径リム 154 内に設けて、スピンドル・アパーチャ 80 とエアギャップ 78 を接続し、エアギャップ 78 とディスク駆動装置の周囲環境の間の圧力均等化を可能にする。複数の低インピーダンスのフィルタ 84 を通路 82 に取り付け、空気中の粒子によるエアギャップ 78 の汚染を防ぐ。フィルタ 84 は、石英またはガラス・ファイバとすることができる。その代わりに、通路 82 とフィルタ 84 を、外径リム 152 上に置くことができる。基板 150 及び 156 上の記録スタック 190 及び 192 には、再書込可能相変化記録層が含まれ、記録スタック 190 には、逆書込相変化材料から形成される記録層が含まれる。

【0023】図 4 は、システム 10 内でディスク 12 と

12

置換できる複数記録層記録ディスクの第 2 の代替実施例 (以下ではディスクと呼称する) 412 の断面図である。ディスク 412 の要素は、図 2 のディスク 12 の要素に類似している。しかし、ディスク 412 では、前の実施例のように 2 つの別々の基板を使用するのではなく、複数層構造が単一の基板 450 上に製造される。再書込可能相変化型の記録スタック 490 及び 492 は、中実のスペーサ層 422 によって分離される。記録スタック 490 には、逆書込相変化材料から形成される記録層が含まれる。スペーサ層 422 は、基板 450 上の記録スタック 490 の上への積層または堆積 (感光性ポリマー加工やスピン・コーティングなど) のいずれかによって形成される光透過層である。好ましい実施例では、光透過性のスペーサ層 422 は、フォトポリマーなどのポリマー材料から作られる。スペーサ層 422 の上面は、感光性ポリマー加工またはエンボス加工のいずれかによって、その表面にトラッキング溝またはヘッダ情報を形成されている。第 2 の再書込可能相変化型の記録スタック 492 は、その後、スペーサ層 422 の上に堆積される。その後、スピン・コーティングされた紫外線 (UV) 放射硬化型アクリレートや粘性性コーティングを有するポリカーボネートなどのポリマー材料の第 1 の保護層 456 が、記録スタック 492 上に形成される。記録スタック 492 のような 2 枚のディスクを、それぞれの保護層 456 が向かい合う状態で互いに接着して、両面ディスクを作ることができる。このタイプの構造では、両方の面のデータ層にアクセスするために、両面ディスクをディスク駆動装置から取り出し、裏返す。

【0024】複数の再書込可能相変化記録層とその製造方法の詳細な説明を、図 2 のディスク構造に関して下で説明する。しかし、本発明の複数再書込可能相変化記録層システムは、図 3 及び図 4 に示された他の代替ディスク構造のいずれかと共に動作可能でもある。

【0025】図 7 は、それぞれ再書込可能相変化型の記録層 53 または 64 を含む、複数の記録スタック 90 及び 92 を有するディスク 12 の断面図である。ディスク 12 は、レーザ光ビームが入射する外面 49 を有する基板 50 を有する。基板 50 は、ポリカーボネート、アモルファス・ポリオレフィン (APO)、ポリエチルメタクリル酸エステル (PMMA) またはガラスから作られることが好ましく、記録波長では非吸収性である。基板 50 は、 0.6mm の厚さを有するが、他の厚さを使用することができる。レーザ光ビームのトラッキング・サーボ用のプリアドレス及びブリググループを、基板 50 の外面 49 と反対の面に形成することができる。薄い誘電体の層 51 を、基板 50 へのスパッタリングまたは蒸着によって堆積する。誘電体の層 51 は、書込中と消去中に記録層 53 が受ける高温で基板 50 が変形しないようにする保護層として働く。誘電体の層 51 は、より遠くの記録スタック 92 でもデータを読み書きできるように

13

するため、入射光ビームにより近い第1の記録スタック90の透過率を最適化するための光学干渉層としても働く。

【0026】逆書きタイプの可逆相変化材料の記録層53は、スパッタリングまたは蒸着によって誘電体の層51に堆積されて、記録スタック90の記録層として働く。記録層53に好ましい材料は、厚さ5nmないし50nmの $\text{Ge}_x\text{Te}_y\text{Sb}_z$ ($1.0 < x < 1.5$, $4.5 < y < 5.5$, $3.8 < z < 4.8$ 及び $x + y + z = 1.00$ %) の相変化合金である。このタイプの逆書き可逆相変化合金は、前掲の米国特許第5383172号明細書に記載されている。しかし、同明細書に記載の組成の場合、記録層を再書き可能にするために、記録層に隣接する金属のヒートシンク層が必要である。一般に、通常は10nmを越える厚さのアルミニウム (Al) 層が使用されるが、このような層は、10%未満の光透過率を有する。したがって、この従来の記録スタックは、光透過率が約30%を越えなければならない複数記録層光ディスクには適さない。光透過率を高めるために金属ヒートシンク層を除去すると、別の問題が発生する。これは、逆書きの記録層53 (GeSbTe) の組成と厚さを再最適化する必要があるからであり、また、隣接する誘電体層を再定義し、その結果、記録層の結晶化時間と温度のバランスをとって、消去中に材料をアモルファス相へ逆変換できるようにする必要があるからである。

【0027】本発明では、光学干渉層としての層55、59や半透明非金属熱放散層としての層57など、1つまたは複数の追加の層が、記録層53上に堆積される。薄膜の光学干渉効果を使用することによって、複数層の記録スタック90 (記録層53と、誘電体の層51、層55及び層59と、非金属熱放散層である層57) の透過率、反射率及び吸収を、個々の層の厚さを変更することによって調節できる。層51、記録層53、層55、層57及び層59が一緒になって、干渉構造を形成する。強めあう干渉が発生するのは、各層の厚さと屈折率の実数部 (n) に基づいて、層の厚さが正しく選択される場合である。隣接層 (記録層53) の屈折率に対して層51、層55、層57及び層59の n の値が大きく異なると、所与の層厚さに対する干渉効果が高まり、記録スタック90の信号コントラストと反射率が最適化される。光学干渉薄膜である層51、層55、層57及び層59は、低い吸収 (屈折率の虚数部が小さい、すなわち、消衰係数 k が低い) を有し、その結果、光スポットが第2の記録層64に集光される時に、光が記録層53と層51、層55、層57及び層59を最小の吸収で通過するようになっていなければならない。消衰係数は、媒質を伝搬するにつれて光が減衰することを表すからである。

【0028】S、Se及びTeのうちの1つまたは複数と混合されたZnまたはCrなどの誘電材料が、光学干

14

渉薄膜としての層51、層55、層57及び層59に好ましい。これらの材料は、スパッタリング、蒸着またはスピン・コーティングによって、基板50上に堆積できる。 SiO_x 、 TiO_x 、 ZrO_x 及び Cu_xO (ここで、 x は1と2.1の間である)、 SiN 、 SiC 、アモルファスSiまたは有機ポリマーもしくは異なる誘電体の混合物などの誘電材料も使用可能である。光学干渉薄膜としての層51、層55、層57及び層59に適した他の材料は、Al、Ti、Zr、Cu、Hf、Ta、Nb、Cr及びWからなるグループから選択された元素の酸化物及び窒化物である。これらの材料またはこれらの材料の混合物は、アモルファス相または結晶相になることができる。アモルファス相の場合、広範囲の組成が許容される。たとえば、 SiO_x は、 $1 < x < 2.1$ の組成を有することができる。光学干渉効果は、たとえばヘブンス (O.H. Heavens) 「Optical Properties of Thin Solid Films」、Academic Press、1955年に記載されているように、標準薄膜干渉計算を使用して計算される。

【0029】層51及び層59のもう1つの重要な特徴が、低い熱伝導率であり、これに対して層55及び層57は、熱放散のために高い熱伝導率を有する必要がある。層51は、基板50を書込/消去処理中の変形から保護するために使用され、したがって、層51の誘電材料は、高い融点と低い熱伝導率を有する必要がある。記録スタック90には金属の熱放散層がないので、記録層53の結晶化温度と結晶化時間は、記録層53の組成と層55及び層57の厚さを適当に選択することによって、十分にバランスをとらなければならない。したがって、記録層53に隣接する熱放散層である層55は、熱的に安定で高い熱伝導率を有する必要がある。熱的安定性は、記録層53が書込/消去処理中に溶融状態である間に移動しないようにして、その消去サイクル能力を高めるために必要である。しかし、層55に、剛性があり透過性が高く、熱伝導率の高い誘電体を使用しない場合、これらの機能を、層55と層57によって共有することができる。たとえば、層55は、その厚さが十分に小さく、記録スタック90の熱伝導率に悪影響を及ぼさないならば、高い透過率を有する安定した誘電体とすることができ、高い熱伝導率を有する必要はない。その場合、層57は、記録層53内で生成された熱を層55を介して放散するための透過性の熱伝導体とすることができる。しかし、層57が、高い剛性と熱伝導率の両方を有する場合、誘電体の層55は必要ない。一般に、 0.05 W/cmK 未満の熱伝導率を有する非吸収性の材料を、層51に使用することができる。層55及び層57については、 0.01 を越える熱伝導率が好ましい。たとえば、 SiO_x は、 400°K で 0.015 W/cmK の熱伝導率を有する。層59は、記録スタック90の光学干渉効果を最大にするという目的のために働くの

で、高い k 値を有する必要がある。干渉層である層59のもう1つの機能は、記録層53の記録済み領域と非記録領域の反射率コントラストを最適化することである。

【0030】中実のスペーサ層44は、光学干渉薄膜である層59に隣接し、2つの記録スタック90及び92を分離する。スペーサ層44は、スピコーティングされたフォトポリマー（紫外線硬化型アクリレート）または光透過性セメントなど、非吸収性であり、2つの基板50及び56をそれぞれ記録スタック90及び92と共に接着することが好ましい。第2の記録スタック92には、第2の記録層64にスパッタリングまたは蒸着された剛性があり透過性の誘電体層62が含まれる。記録層64は、もう1つの剛性がある誘電体層66に堆積され、誘電体層66は、基板56に堆積された熱放散層68に隣接する。記録スタック92は、この複数記録層光ディスクの最後の記録スタックであり、光透過性である必要はないので、熱放散層68に金属薄膜を使用することができる。通常の熱放散層68を使用する場合、記録層64の組成と厚さを調節しなければならず、これらは第1の記録層53と異なることになる。記録層64、誘電体層62、誘電体層66及び熱放散層68からなる記録スタック92は、基板56上に堆積される。基板56は、基板50と同一の材料から形成するか、不透明プラスチック材料やアルミニウムなどの金属材料などの不透明材料から形成することができる。

【0031】図7に示された、レーザが波長650nmで動作する、ディスク12の好ましい実施例では、基板50及び56が、0.6mm厚のポリカーボネートである。第1の剛性がある誘電体の層51は、70nmないし150nmの厚さの、ZnSまたはSiO₂もしくはこれらの混合物である。第1の記録層53は、15nm厚のGe₁₁Te₄₇Sb₄₂である。誘電体の層55は、10nmの厚さの、ZnSまたはSiO₂もしくはこれらの混合物である。熱放散層である層57は、厚さ50nmのアモルファスSiである。光学干渉薄膜である層59は、厚さ60nmのSi₃N₄である。これらの層を有する記録スタック90の透過率は、記録層53がアモルファス（または非書込）相の時に31%、結晶（または書込）相で15%である。従来の再書込可能相変化材料（結晶相が開始相）が、記録スタック90内の記録層として使用される場合、記録スタック90を介して第2の記録スタック92に書き込むのに必要なレーザ出力が高すぎるので、記録スタック90は、許容可能な透過率を有しないはずである。しかし、アモルファス開始相（結晶相でビットが記録される）を有する逆書込相変化材料を使用すると、より遠くの記録スタック92の記録層64への書込に必要なレーザ出力が低下する。データ・ビットが記録層53に書き込まれる時には、記録層53は、完全にアモルファス状態ではなくなる。しかし、記録トラック幅／トラック・ピッチが通常は1／2であ

り、ビット間隔のアモルファス領域があることを考慮すると、完全に記録された層の場合であっても、記録層のうちのアモルファス相である部分の比率は、通常は70%を超えるはずである。

【0032】30%を超える透過率と10%を超える反射率を有するこのような逆書込タイプの再書込可能相変化記録構造は、既存のレーザ・ダイオード供給源を用いてよい信号対雑音を有する信頼性のある動作を行うために必要である。スペーサ層44は、200μm厚のスピコーティングされた紫外線硬化型フォトポリマーである。記録スタック92の誘電体層62は、100nmの厚さの、ZnSまたはSiO₂もしくはこれらの混合物である。記録スタック92の第2の記録層64は、25nm厚の通常タイプの再書込可能相変化材料（GeTeSbの非逆書込合金）から形成される。第2の誘電体層66は、15nmの厚さの、ZnSまたはSiO₂もしくはこれらの混合物である。金属の熱放散層68は、100nm厚のAlである。レーザ光が短波長の場合、スポット・サイズを小さくし、これによって記録密度を高めるために、熱放散層である層57と誘電体の層59の厚さの調節が必要である。たとえば、波長500nmのレーザ光では、層57の厚さは25nm、層59の厚さは65nmが最適である。

【0033】図7に図示し、説明した上記の好ましい実施例に類似の二重記録層ディスクの半透明の記録スタック90の特定の例では、記録スタック90用の記録層53が、Ge₁₁Te₄₇Sb₄₂から形成された。透明の誘電体層である層51及び55は、SiO₂から形成された。半透明の熱放散層である層57は、アモルファスSiから形成され、光学干渉薄膜である層59は、Si₃N₄から形成された。記録スタック90は、ポリカーボネートの基板50上に堆積された。誘電体の層51は、基板50上で70nmの厚さまでスパッタ堆積された。記録層53は、15nm厚であり、層51上にスパッタ堆積された。厚さ1nmの第2の誘電体の層55は、記録層53上にスパッタリングされた。層57は、誘電体の層55にスパッタリングされた厚さ50nmのアモルファスSiである。光学干渉層である層59は、75nm厚であり、層57上にスパッタリングされた。記録スタック92に関して、記録層64は、GeTeSbの非逆書込合金から形成された。透明の誘電体層62及び誘電体層66は、ZnS（80%）+SiO₂（20%）の混合物から形成された。金属の熱放散層68は、Alから形成された。記録スタック92は、ポリカーボネートの基板56に堆積された。記録スタック90及び記録スタック92は、波長780nmで下の表1に示された透過率、反射率及び吸収の値を有する。

【0034】

【表1】

17

| 記録スタック (図7参照) | 厚さ (nm) | 透過率 (%) | 反射率 (%) | 吸収 (%) |
|------------------|------------|------------|------------|-----------|
| スタック90 | 225 | 36 | 29 | 35 |
| スタック92 | 245 | 0 | 20 | 80 |

【0035】この2記録層ディスクは、動的試験台で試験された。波長780nmのレーザ・ビームを、開口数0.55のレンズを介して集光した。ディスクを回転し、その結果、局所媒体速度が10.7m/sになるようにした。記録スタック90の記録層53の開始相はアモルファスであるから、書き込まれたデータ・ビットは結晶層になる。8クロック・サイクル長(8T_c)のレーザ・パルスを使用して、PWMデータを記録した。各クロック・サイクル(T_c)は、30nsであった。第1の記録層53のこれらのデータ・ビットを消去し、書き込まれた領域を開始アモルファス相に逆変換するためには、20nsのパルスのデューティ・サイクル67%のパルス・トレインを使用した。消去中のレーザの出力レベルは、最高の書込出力レベルに設定されるが、各消去パルスの持続時間は、書込パルスより短い。このパルス消去によって、書き込み済みの結晶領域に隣接する未書き込みのアモルファス領域が、消去中に結晶化しないことが保証される。記録スタック92の第2の記録層64の場合、記録層64の開始相は結晶相であった。この第2の記録層の開始相の選択は、クリティカルではなく、開始相としてアモルファス相を使用することも可能である。しかし、特定の開始相のそれぞれについて、記録スタックからの信号コントラストと反射率が最適化されるように光学干渉構造を設計しなければならない。第2の記録層64に8T_c長のPWMデータを記録するのに、20nsのレーザ・パルスを使用した。各クロック・サイクル(T_c)は、35.4nsであった。

【0036】図8は、パルス消去の方法による第1の記録層53の消去性(dB単位)を示す図である。消去性とは、記録状態から消去状態への信号強度の変化である。よい消去性は、一般に約25dBを越える値である。図8では、30dBを越える消去性を得ることができると示され、したがって、第1の記録スタックでの逆書込タイプの再書込可能相変化材料のパルス消去が実現可能であることが示される。

【0037】図9及び図10は、レーザ書込出力の関数としての、2つの記録層のそれぞれのマーク前端から後端までの「ジッタ」のリードバック・データのグラフである。ジッタとは、書き込まれたマーク変化の、ディスク上での理想位置からの偏差の尺度である。正しいマーク長での低いマーク長ジッタは、データが最小の誤りで

18

読み戻されることを保証するために重要である。図9及び図10からわかるように、8T_cの正しいマーク長での両方の記録層のリードバック・データは、許容可能な水準のジッタを示した。この低いジッタを達成するのに必要な書き込み出力は、第2の記録スタック92の方が高い。というのは、書込ビームが、36%の透過率を有する第1の記録スタック90を通過しなければならないからである。特に、20nsの短いパルスが必要であるから、現在入手可能な半導体レーザについて、50mWのレーザ出力は実現可能である。

【0038】本発明の好ましい実施例を、図2に示された構造に関して説明してきたが、本発明は、図3及び図4に示された他のディスク構造にも完全に適用可能である。本発明を、2つの記録スタックだけを有する複数記録層ディスクに関して説明し、図示してきた。しかし、3つ以上の記録スタックを有することが可能である。再書込可能相変化層と関連光学干渉薄膜を有する1つまたは複数の追加記録スタックを、第1の記録スタック90と第2の記録スタック92の間に配置することができる。しかし、重要な判断基準は、熱を放散し、その結果、記録層をアモルファス相と結晶相の間で効果的に切り替えることができるようにするために、記録層に隣接して効果的な熱伝導体を有することである。この熱伝導体層は、記録波長で非常に低い吸収を有しなければならない。

【0039】より遠くの記録スタック92に使用される通常の可逆相変化材料に好ましい材料は、Ge_xTe_ySb_zの合金である。しかし、可逆アモルファス-結晶変換を受け、これら2つの構造的に別個の相に関連する異なる反射率を有する他の材料組成を、記録層64に使用することができる。適用可能な組成の選択を案内する一般原則は、可逆相変化材料が、化学量論的組成またはそれに近いことである。これは、結晶化の間に相分離がほとんどまたは全く発生せず、その結果、アモルファス相と結晶相の間で多数のサイクルを得ることができる組成である。材料の結晶化速度は、それに直接に接触する熱放散層がない場合には、低速であることが好ましい。結晶化が速い材料の場合、記録層と直接に接触するか薄い(たとえば約30nm未満)誘電体層によって分離される、透過率の高い熱伝導層などの熱伝導率の高い材料が存在しなければならない。

【0040】より遠い記録層64としての使用に適する材料の中には、二元材料のGeTe、SnTe、PbTe、SbSe、Sb₂Se₃、Sb_(1-x)Se(0<x<0.4)、Bi₂Se₃、Sb₂Te₃、Bi₂Te₃、BiTe、Bi₂Te₃、Sb₂Te₃、SbTe、Sb₂Te₃、TeSi、Ag₂Se、Ag₂Se₂、Ag₂Te、Ag₃Te₂、AgTe₂、Au₂Se₃、AuTe₂、GaSb及びGeSe、もしくはこれらの組合せがある。また、GeSb₂Te₄、Ge₂Sb₂Te₅、GeSb₄Te

7などの擬似二元GeTe-Sb₂Te₃対応線に沿った組成を有する三元化合物と、InSb-GaSb対応線に沿った組成を有する材料も有用である。さらに、これらの組成は、化学量論からわずかに外すことができ、Sb、Ti、Pd、Sn、Crなどの核生成剤を追加することによって極度にすばやく結晶化する。他の材料には、In₃SbTe₂と(AgSbTe)_x(In_{1-y}Sb_y)_{1-x}が含まれる。これらの材料のそれぞれについて、非吸収性の層51、層55、層57、層59、誘電体層62及び誘電体層66の新しい厚さが、上に記載の教示に基づいて決定される。

【0041】より近い記録層53に好ましい材料は、Ge_xTe_ySb_z(10<x<15、45<y<55、38<z<48、かつx+y+z=100%)の逆書込タイプの可逆相変化材料である。逆書込相変化材料の他の選択は、約0.25マイクロ秒を越える結晶化時間を有する材料である。この時間は、データ・トラックの特定の線速度すなわち、この例では5m/秒に関して、この0.25マイクロ秒という時間が十分に長く、その結果、後続レーザ・パルスが、同一の物理位置に入射せず、これによって、その位置が結晶相からアモルファス相へ変化しなくなることを意味する。このより長い結晶化時間は、層55及び層57の熱放散が遅いので望ましい。対照的に、より遠くの記録層64にはこの制約がなく、記録層64は、効率的な熱放散層68という利益を有するので、より短い結晶化時間が許容される。これらの追加の逆書込材料には、より遠くの記録層64としての使用に関して前に説明した材料が含まれるが、所望の結晶化時間をもたらすために組成が変更される。

【0042】本発明を、光ディスク駆動装置の実施例で説明した。しかし、本発明を適用できる他のタイプの光データ記憶システムが存在する。これらのシステムは、通常は、データが記録される媒体を取り外すことができるという特徴を有する。一般的なシステムは、テープまたはカードの形態の光媒体を使用するシステムである。テープまたはカードに関連する駆動装置は、ディスクの場合の回転ではなく並行移動によってテープまたはカードを移動して、データの読み書きを行う。また、再書込可能相変化材料の複数の記録層を使用することによって、光テープまたは光カードのデータ記憶容量を増やすことが望ましい。光テープまたは光カードでは、複数の記録スタックを、不透明の基板上で支持し、レーザ光が入射する透明の保護層によって覆うことができる。この場合、保護層は、前に説明したディスク基板のように機能する。テープまたはカードの保護層とディスク基板の両方が、レーザ光が入射する外面を有する透明部材であり、この外面を通してレーザ光が記録スタックまで進む。

【0043】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0044】(1) 所定の波長のレーザ光を生成するためのレーザ光源と、(a) レーザ光が入射する媒体外面を形成する第1表面を有し、光に対して透過性の第1部材と、(b) アモルファス開始相を有し、部材によって媒体外面から離隔される、可逆相変化材料の第1記録層と、(c) 第1記録層と接触し、光に対して透過性であり、第1記録層の屈折率と大きく異なる屈折率を有し、光の強めあう干渉をもたらすのに十分な厚さを有し、第1記録層と接触して光透過性である、光学干涉薄膜と、(d) 第1記録層から離隔された可逆相変化材料の第2記録層とを含む光学媒体と、レーザ光源と部材の前記第1表面との間に配置された、レーザ光をスポットに集光するためのレンズと、集光スポットを一方の記録層から他方の記録層に移動できるようにし、これによって、第2記録層の材料の相を変化させるためにスポットが第2記録層に集光される時に、レーザ光が第1記録層及びこれに接触する光学干涉薄膜を通過するようにする、レンズを媒体に対して相対的に移動させるためにレンズに接続された手段とを含む、光データ記憶システム。

(2) 光データ記憶システムが、光ディスク駆動システムであり、光媒体が光ディスクであり、レーザ光が入射する第1部材が基板であることを特徴とする、上記

(1)に記載のシステム。

(3) 第2記録層が、アモルファス開始相を有することを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(4) 光ディスクがさらに、光に対して透過性であり、第1記録層と第2記録層との間に配置され、スペーサ層の厚さだけこれらを離す、前記スペーサ層を含むことを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(5) 第2記録層が、スペーサ層の上に形成されることを特徴とする、上記(3)に記載のディスク駆動システム。

(6) さらに、第2記録層の上に形成され、これに接触する、光反射性の金属薄膜を含む、上記(3)に記載のディスク駆動システム。

(7) 光ディスクがさらに、第2基板を含み、第2記録層が、第2基板上に形成され、第1基板と第2基板とが、エア・ギャップによって離隔されることを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(8) さらに、第1記録層の加熱中に基板を保護するためにディスク外面と反対の基板の表面に形成される誘電体層を含み、第1記録層が、基板上の誘電体層の上に形成され、これと接触し、光学干涉薄膜が、第1記録層の上に形成され、これと接触し、光学干涉薄膜が、基板上に形成される誘電体薄膜より高い熱伝導率を有することを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(9) さらに、第1光学干涉薄膜の上に形成され、これ

10

20

30

40

50

21

と接触する第2光学干渉薄膜を含む、上記(2)に記載にディスク駆動システム。

(10) 光ディスクの第1記録層の可逆相変化材料が、 $\text{Ge}_x\text{Te}_y\text{Sb}_z$ の形の組成を有する合金であり、 $10 < x < 15$ 、 $45 < y < 55$ 、 $38 < z < 48$ かつ $x + y + z = 100\%$ であることを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(11) 光ディスクの第2記録層の相変化材料が、 GeTe 、 SnTe 、 PbTe 、 SbSe 、 Sb_2Se_3 、 $\text{Sb}_{(1-x)}\text{Se}$ ($0 < x < 0.4$)、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 BiTe 、 Bi_2Te_3 、 Sb_2Te_3 、 SbTe 、 Sb_2Te_3 、 TeSi 、 Ag_2Se 、 AgSe_2 、 Ag_2Te 、 Ag_3Te_2 、 AgTe_2 、 Au_2Se_3 、 AuTe_2 、 GaSb 及び GeSe からなるグループから選択された1つまたは複数の材料を含むことを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(12) 光ディスクの第2記録層の相変化材料が、基本的に、 GeSb_2Te_4 、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 GeSb_4Te_7 、 In_3SbTe_2 及び $(\text{InSb})_{1-x}(\text{GaSb})_x$ ($0.5 < x \leq 1$) からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(13) 光ディスクの光学干渉薄膜が、 Si の酸化物、 Si の窒化物、 Si の炭化物、アモルファス Si 及びインジウム-すず酸化物からなるグループから選択された材料であることを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(14) 光ディスクの光学干渉薄膜が、 Al 、 Ti 、 Zr 、 Cu 、 Hf 、 Ta 、 Nb 、 Cr 及び W からなるグループから選択された元素の酸化物または窒化物を含むことを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(15) 光ディスクの光学干渉薄膜が、 S 、 Se 及び Te からなるグループから選択された1つまたは複数の元素と混合された Zn または Cr を含むことを特徴とする、上記(2)に記載のディスク駆動システム。

(16) (a) 入射レーザー光を受けるための外面を形成する第1表面と、前記第1表面と対向する第2表面とを有する、光透過性の第1基板と、(b) 第1基板の第2表面上に形成され、第1基板の厚さだけ基板外面から離された、逆書込タイプの可逆相変化材料の第1記録層と、(c) 第1記録層と接触し、光に対して透過的であり、第1記録層の屈折率と大きく異なる屈折率を有し、光の強めあう干渉をもたらすのに十分な厚さを有し、第1記録層と接触して光透過的である、光学干渉薄膜と、

(d) 第1記録層から離隔された可逆相変化材料の第2記録層とを含む、光データ記録媒体。

(17) 光媒体が光ディスクであることを特徴とする、上記(16)に記載の光媒体。

(18) さらに、光に対して透過性であり、第1記録層

22

と第2記録層との間に配置され、スペーサ層の厚さだけこれらを離す、前記スペーサ層を含む、上記(17)に記載の光ディスク。

(19) 第2記録層が、スペーサ層の上に形成されることを特徴とする、上記(18)に記載の光ディスク。

(20) さらに、第2基板を含み、第2記録層が、第2基板上に形成され、第1基板と第2基板とが、エア・ギャップによって離隔されることを特徴とする、上記(17)に記載の光ディスク。

(21) さらに、第1記録層の加熱中に基板を保護するためにディスク外面と反対の基板の表面に形成される誘電体層を含み、第1記録層が、基板上の誘電体層の上に形成され、これと接触し、光学干渉薄膜が、第1記録層の上に形成され、これと接触し、光学干渉薄膜が、基板上に形成される誘電体薄膜より高い熱伝導率を有することを特徴とする、上記(17)に記載の光ディスク。

(22) さらに、第1光学干渉薄膜の上に形成され、これと接触する第2光学干渉薄膜を含む、上記(17)に記載に光ディスク。

(23) 第1層の可逆相変化材料が、 $\text{Ge}_x\text{Te}_y\text{Sb}_z$ の形の組成を有する合金であり、 $10 < x < 15$ 、 $45 < y < 55$ 、 $38 < z < 48$ かつ $x + y + z = 100\%$ であることを特徴とする、上記(17)に記載の光ディスク。

(24) 第2記録層の相変化材料が、 GeTe 、 SnTe 、 PbTe 、 SbSe 、 Sb_2Se_3 、 $\text{Sb}_{(1-x)}\text{Se}$ ($0 < x < 0.4$)、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te_3 、 BiTe 、 Bi_2Te_3 、 Sb_2Te_3 、 SbTe 、 Sb_2Te_3 、 TeSi 、 Ag_2Se 、 AgSe_2 、 Ag_2Te 、 Ag_3Te_2 、 AgTe_2 、 Au_2Se_3 、 AuTe_2 、 GaSb 及び GeSe からなるグループから選択された1つまたは複数の材料を含むことを特徴とする、上記(17)に記載の光ディスク。

(25) 第2記録層の相変化材料が、基本的に、 GeSb_2Te_4 、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 GeSb_4Te_7 、 In_3SbTe_2 及び $(\text{InSb})_{1-x}(\text{GaSb})_x$ ($0.5 < x \leq 1$) からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする、上記(17)に記載の光ディスク。

(26) 光ディスクの光学干渉薄膜が、 Si の酸化物、 Si の窒化物、 Si の炭化物、アモルファス Si 及びインジウム-すず酸化物からなるグループから選択された材料であることを特徴とする、上記(17)に記載の光ディスク。

(27) 光学干渉薄膜が、 Al 、 Ti 、 Zr 、 Cu 、 Hf 、 Ta 、 Nb 、 Cr 及び W からなるグループから選択された元素の酸化物または窒化物を含むことを特徴とする、上記(17)に記載の光ディスク。

(28) 光学干渉薄膜が、 S 、 Se 及び Te からなるグループから選択された1つまたは複数の元素と混合された Zn または Cr を含むことを特徴とする、上記(1

23

7)に記載の光ディスク。

(29) (a) 入射レーザー光を受けるための外面を形成する第1表面と、前記第1表面と対向する第2表面とを有する光透過性の第1ディスク基板と、(b) 基板の第2表面上に形成された第1誘電体層と、第1誘電体層の上に形成された、アモルファス開始相を有する可逆相変化材料の第1記録層と、第1記録層の上に形成され、第1誘電体層より高い熱伝導率を有する第2誘電体層と、第1記録層との強めあう光学干渉をもたらすための、第2誘電体層の上に形成された第3誘電体層とを含む、基板の第2表面上に形成された光透過性の第1記録スタックと、(c) 第1記録スタック上の光透過性のスペーサ層と、(d) スペーサ層の上の第4誘電体層と、第4誘電体層の上の可逆相変化材料の第2記録層と、第2記録層の上の第5誘電体層とを含む、スペーサ層の上の第2記録スタックとを含む、複数データ層光記録ディスク。

(30) 第2記録層が、開始相としてアモルファス相を有することを特徴とする、上記(29)に記載の光ディスク。

(31) 第1記録層及び第2記録層の可逆相変化材料が、Ge、Te及びSbを含む合金であることを特徴とする、上記(29)に記載の光ディスク。

(32) 第2記録層の相変化材料が、 GeTe 、 SnTe 、 PbTe 、 SbSe 、 Sb_2Se_3 、 $\text{Sb}_{(1-x)}\text{Se}$ ($0 < x < 0.4$)、 Bi_2Se 、 Bi_2Se_3 、 Bi_2Te 、 BiTe 、 Bi_2Te_3 、 Sb_2Te 、 SbTe 、 Sb_2Te_3 、 TeSi 、 Ag_2Se 、 AgSe_2 、 Ag_2Te 、 Ag_3Te_2 、 AgTe_2 、 Au_2Se_3 、 AuTe_2 、 GaSb 及びGeSeからなるグループから選択された1つまたは複数の材料を含むことを特徴とする、上記(29)に記載の光ディスク。

(33) 第2記録層の相変化材料が、基本的に、 GeSb_2Te_4 、 $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ 、 GeSb_4Te_7 、 In_3SbTe_2 及び $(\text{InSb})_{1-x}(\text{GaSb})_x$ ($0.5 < x \leq 1$) からなるグループから選択された材料からなることを特徴とする、上記(29)に記載の光ディスク。

(34) 第2誘電体層が、Siの酸化物、Siの窒化物またはSiの炭化物を含むことを特徴とする、上記(29)に記載の光ディスク。

(35) 第2誘電体層が、Al、Ti、Zr、Cu、Hf、Ta、Nb、Cr及びWからなるグループから選択された元素の酸化物または窒化物を含むことを特徴とする、上記(29)に記載の光ディスク。

(36) 第2誘電体層が、S、Se及びTeからなるグループから選択された1つまたは複数の元素と混合され

24

たZnまたはCrを含むことを特徴とする、上記(29)に記載の光ディスク。

【図面の簡単な説明】

【図1】複数記録層再書込可能相変化光ディスクを用いる本発明の光ディスク駆動システムの概略図である。

【図2】再書込可能相変化記録層を有する二重基板積層複数記録層光ディスクの断面図である。

【図3】再書込可能相変化記録層を有するエアギャップ複数記録層光ディスクの断面図である。

【図4】再書込可能相変化記録層を有する単一基板積層複数記録層光ディスクの断面図である。

【図5】光ディスクが2記録層エアギャップ構造の形である、光ディスク駆動装置の概略図である。

【図6】本発明の光ディスク駆動システムのコントローラ・システムのブロック図である。

【図7】本発明の好ましい実施例による、隣接する光学干渉薄膜を有する複数再書込可能相変化記録層を示す、二重基板積層複数記録層光ディスクの断面図である。

【図8】本発明による、2記録層ディスクの第1データ層の消去出力の関数としての、パルス消去を使用する消去性のグラフである。

【図9】本発明による、2記録層ディスクの第1データ層のレーザー書込出力の関数としての、リードバック・データのジッタとマーク長のグラフである。

【図10】本発明による、2記録層ディスクの第2データ層のレーザー書込出力の関数としての、リードバック・データのジッタとマーク長のグラフである。

【符号の説明】

12 光データ記憶ディスク (ディスク)

44 スペーサ層

49 外面

50 基板

51 層

53 第1記録層

55 層

56 基板

57 層

59 層

62 誘電体層

64 第2記録層

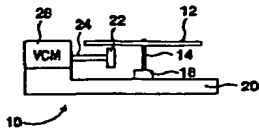
66 誘電体層

68 熱放散層

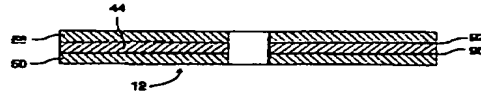
90 記録スタック

92 記録スタック

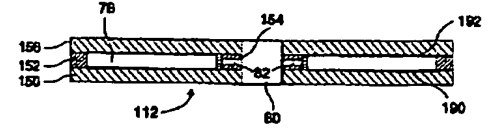
【図1】



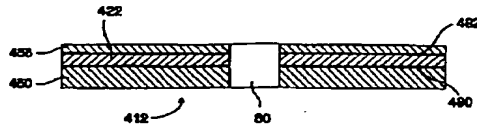
【図2】



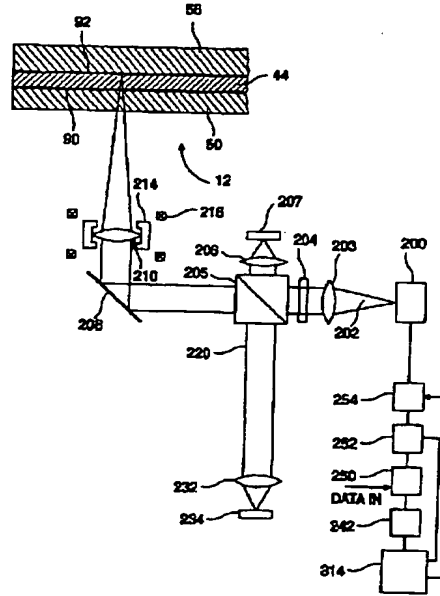
【図3】



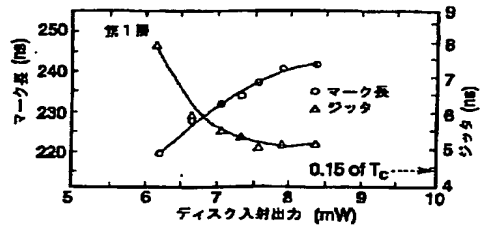
【図4】



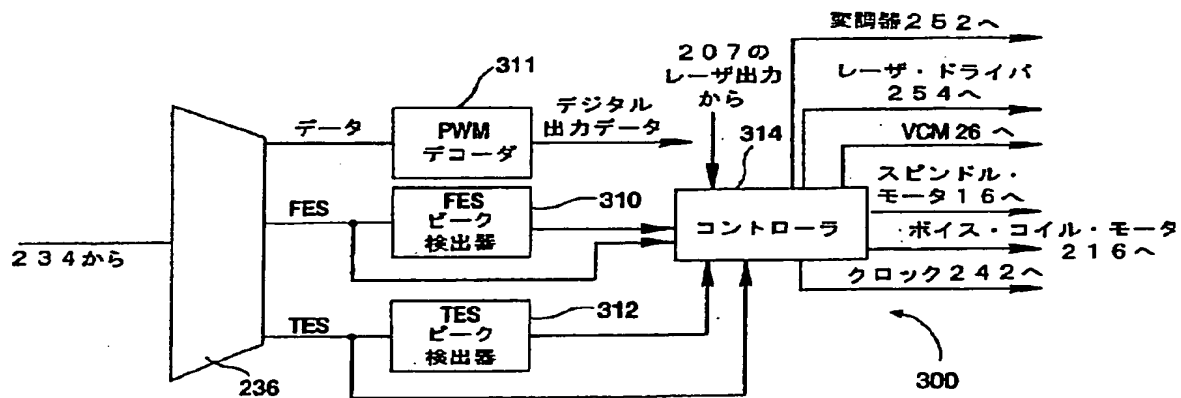
【図5】



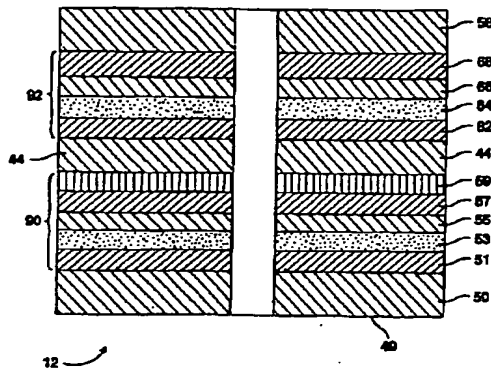
【図9】



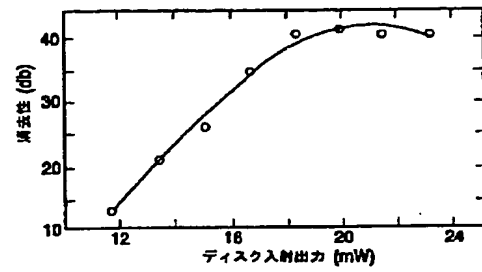
【図6】



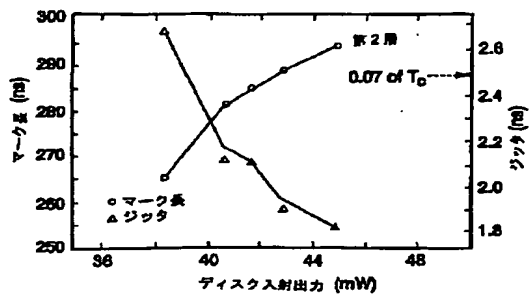
【図7】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 クルト・アラン・ルビン
 アメリカ合衆国95050 カリフォルニア州
 サンタクララ スーザン・ドライブ 2377

(72)発明者 ウェイド・ウィ=チュン・タン
 アメリカ合衆国95119 カリフォルニア州
 サンノゼピノット・コート 213